

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-073968

(43)Date of publication of application : 12.03.2003

(51)Int.Cl.

D06C 15/10  
B29B 15/12  
// D03D 1/00  
B29K307:04  
B29K309:08

(21)Application number : 2001-259745

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

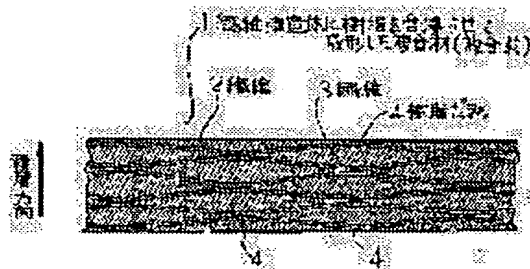
(22)Date of filing : 29.08.2001

(72)Inventor : MURAKI TOSHINOBU  
NISHIYAMA SHIGERU**(54) METHOD FOR PRODUCING HIGH-DENSITY FIBROUS STRUCTURE AND THE RESULTANT HIGH-DENSITY FIBROUS STRUCTURE**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high-density fibrous structure as a composite material having improved mechanical strength through raising the fiber volume ratio thereof and decreasing the resin aggregate content thereof.

**SOLUTION:** The high-density fibrous structure as the composite material 1 is obtained by impregnating a woven fibrous structure with a resin to effect molding; specifically, by mutually laminating a plurality of woven fabrics comprising fibers 2 and fibers 3 crossing the fibers 2, pressing the laminate and then impregnating thus pressed laminate with the resin to effect melding, wherein prior to the resin impregnation, the woven fibrous structure is repeatedly pressed 100-400 times under an average pressure of 0.5-1.0 MPa using a pressing gear to increase the density of the woven fibrous structure. Thereby the fiber meandering inside the resultant composite material 1 can be reduced, the fiber volume proportion thereof is raised, and the resin aggregate 4 content thereof is lowered, thus the mechanical strength including interlaminar shear strength and fatigue strength of the final composite material 1 can be increased.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-73968

(P2003-73968A)

(43) 公開日 平成15年3月12日 (2003.3.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

D 0 6 C 15/10

D 0 6 C 15/10

3 B 1 5 4

B 2 9 B 15/12

B 2 9 B 15/12

4 F 0 7 2

// D 0 3 D 1/00

D 0 3 D 1/00

A 4 L 0 4 8

B 2 9 K 307:04

B 2 9 K 307:04

309:08

309:08

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願2001-259745 (P2001-259745)

(22) 出願日

平成13年8月29日 (2001.8.29)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 村木 俊宣

名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株

式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

(72) 発明者 西山 茂

名古屋市港区大江町10番地 三菱重工業株

式会社名古屋航空宇宙システム製作所内

(74) 代理人 100069246

弁理士 石川 新 (外1名)

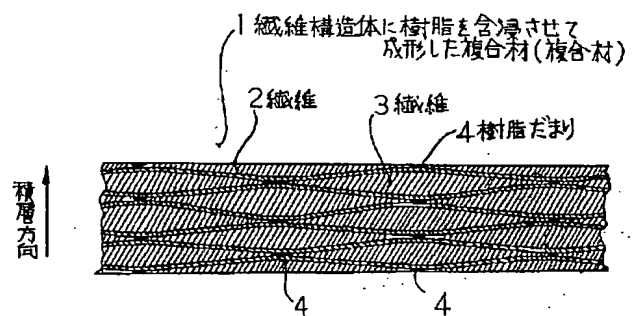
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高密度繊維構造体の製造方法及び高密度繊維構造体

(57) 【要約】

【課題】 高密度繊維構造体に関し、複合材の繊維体積割合を高め、内部の樹脂だまりを少なくして強度を高める。

【解決手段】 繊維構造体に樹脂を含浸させて成形した複合材1は繊維2と、繊維2に交差する繊維3からなる織物を複数層積層し、加圧した後、樹脂を含浸させることにより成形される。製織した繊維構造体に対し、樹脂を含浸させる前に加圧治具を用いて平均圧力0.5～1.0MPaで100～400回、繰り返し加圧し、繊維構造体を高密度化する。これにより樹脂を含浸させて成形した複合材の内部における繊維の蛇行が少くなり、繊維体積割合が高くなって樹脂だまり4が少くなり、複合材の層間剪断強度及び疲労強度などの材料強度が高まる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 繊維を交差させ織り上げた織物を所定の圧力で加圧した二次元又は三次元織物からなる繊維構造体の製造方法において、前記加圧は樹脂の含浸前に所定の周期で複数回繰り返して行うことを特徴とする高密度繊維構造体の製造方法。

【請求項 2】 前記所定圧力は 0.5～1.0 MPa の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の高密度繊維構造体の製造方法。

【請求項 3】 前記加圧の繰り返し回数は 100～400 の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の高密度繊維構造体の製造方法。

【請求項 4】 前記請求項 1 から 3 のいずれかに記載の高密度繊維構造体の製造方法で製造された高密度繊維構造体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高密度繊維構造体の製造方法及びその方法で製造された繊維構造体に関し、繊維構造体に樹脂を含浸させて成形した複合材（以下、複合材と呼ぶ）の繊維含有率を高め、強度を向上するようにしたものである。

## 【0002】

【従来の技術】ガラス繊維や炭素繊維製の構造体に樹脂を含浸させて製造する複合材においては繊維の含有率が強度を発揮する上で重要である。繊維を立体的に交差させて織り上げられた三次元織物や二次元織物を積層して構成した繊維構造体を適用した複合材は、繊維体積割合が概ね 50% 前後となっている。

【0003】図 5 は従来の複合材の代表的な例を示す断面図である。図において、31 は複合材であり、図示の例では、繊維 32 と繊維 32 と異なる方向の繊維 33 とが交差し、交差したものが複数層となって樹脂で固められている。繊維 32 と 33 の材料としては、ガラス繊維、炭素繊維の細いフィラメントからなり、7～8 μ のフィラメントを 1,000～12,000 本程度をたばねて 1 本の繊維 32、33 を構成している。34 は樹脂だまりであり、この樹脂だまりは繊維体積割合が低いと多くなってしまう。従来の複合材では、この樹脂だまり 34 が多いために破壊の基点になり易く、又、繊維も蛇行が大きく強度を向上するには限界があった。図 6 は従来の繊維構造体を製造する場合の装置の概要を示す断面図であり、各種製品の形状に合った型 40 内に予め製織した繊維構造体 41 を入れ、上から押板 42 を覆せ、押板 42 と型 40 の周囲との間に複数本のボルト 43 を結合し、このボルト 43 を締めることにより、繊維構造体 41 を押圧し、繊維体積割合を高くするように成形していた。このような方法により、積層厚さ 1～80 mm 程度の繊維構造体に樹脂を含浸させて複合材を製造していた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】前述の繊維構造体を適用した複合材は、航空機等の軽量化が必要な部材に適用し、機体を軽量化することが計画されており、この場合には複合材の繊維体積割合を高めて材料強度を向上させることにより材料を薄肉化することができ、軽量化が達成できる。このため、現状では、図 6 で示したように、予め製織した繊維構造体を型内に入れて無理に押し込んで成形し複合材の繊維体積割合を向上させていたが、繊維が蛇行して樹脂だまりが多くなり、強度や信頼性の面で欠点となり、別の手段で繊維体積割合を向上することが望まれていた。

【0005】そこで本発明は、繊維構造体を所定の条件で加圧することにより、複合材内部の繊維の蛇行を少くして樹脂だまりも少くし、繊維体積割合を高め、複合材の層間剪断強度、疲労強度などの材料強度を高めることができる高密度繊維構造体の製造方法及び製造された繊維構造体を提供することを課題としてなされたものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は前述の課題を解決するために、次の手段を提供する。

【0007】（1）繊維を交差させ織り上げた織物を所定の圧力で加圧した二次元又は三次元織物からなる繊維構造体の製造方法において、前記加圧は樹脂の含浸前に所定の周期で複数回繰り返して行うことを特徴とする高密度繊維構造体の製造方法。

【0008】（2）前記所定圧力は 0.5～1.0 MPa の範囲であることを特徴とする（1）記載の高密度繊維構造体の製造方法。

【0009】（3）前記加圧の繰り返し回数は 100～400 の範囲であることを特徴とする（1）記載の高密度繊維構造体の製造方法。

【0010】（4）前記（1）から（3）のいずれかに記載の高密度繊維構造体の製造方法で製造された高密度繊維構造体。

【0011】本発明の（1）の製造方法では、予め製織された繊維構造体を加圧治具等を用いて所定の圧力と周期で繰り返し複数回加圧する。この加圧の繰り返しにより、加圧後に圧縮された構造体が復元しようとする力が抑えられ繊維構造体を高密度化することができる。このような方法により高密度化した繊維構造体を適用した複合材の内部で繊維の蛇行が小さくなり、繊維体積割合が高くなり樹脂だまりが少くなって、複合材の層間剪断強度及び疲労強度などの材料強度が高まるものである。

【0012】本発明の（2）では、圧力の最大値を 0.5～1.0 MPa に保って繰り返し加圧を行い、又、本発明の（3）では、繰り返し回数を 100～300 回の範囲で行うので、上記（1）の発明を試験データに基づいて行うことにより上記（1）の発明の効果を確実に得る

ことができるものである。

【0013】本発明の(4)では、上記(1)～(3)のいずれかの方法を実施することにより、高密度繊維構造体が製造されるので複合材としての強度を高めた繊維構造体が確実に製造することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に基づいて具体的に説明する。図1は本発明の実施の一形態に係る高密度繊維構造体を製造する装置を示し、(a)は断面図、(b)は(a)におけるX-X矢視図である。図において、10は製品の型であり、略成形後の製品の形状をしており、内部には予め製織した繊維構造体が入っている。11は押板であり、繊維構造体41の上面を覆って設置されている。14は支柱であり、天井支持材15を四隅で支持している。天井支持材15には加圧シリンダ12が懸吊して取り付けられており、そのロッド13が押板11に連結されている。

【0015】上記構成の装置において、加圧シリンダ12を作動させ、圧力0.5～1.0MPa(メガパスカル)の平均加圧力を押板11に加え、かつ、所定の時間間隔、例えば2・3秒ごとに100～400回の範囲で繰り返し加圧を行う。繰り返しの回数、加圧時間は、製品となる繊維構造体41の厚さ、繊維の織物の形式、等により適宜設定すれば良いが、最大400回程度まで繰り返し加圧を加えると、加圧後の積層間を広げようとする復元力が小さくなってほぼ飽和点に達するので、それ以上の繰り返し加圧はほとんど必要がない。

【0016】図2は加圧した後の複合材1の断面図であ\*

り、繊維2と、これに交差する繊維3とは繰り返しの加圧により繊維の束が開織して密な状態となり、複合材の内部において蛇行が少くなり、繊維体積割合が高くなるので樹脂だまり4も小さくなる。従って、複合材の強度が向上する。

【0017】図3は本実施の形態における高密度繊維構造体の樹脂を含浸させる前の加圧繰り返しの回数と板厚、繊維密度との関係の例を示す実験データであり、

(a)はそのグラフを、(b)はそのデータを、それぞれ示す図である。

【0018】図3に示すように、加圧回数を100, 200, 300と増加するに従って板厚は試験前の5.17mmから4.79, 4.70, 4.62mm、と減少して圧縮されており、300回以降は72時間放置した後においても4.64mmと、ほとんど変化しないので、300回後は、多くても400回まで加圧をすれば充分であることがわかる。

【0019】又、繊維密度は加圧繰り返し回数の増加に従って、増加し、試験前の55.9%から300回の加圧回数の後には62.6%へ増加し、その後は72時間放置後においても62.3%と、ほとんど変化しないことから、300回後は、多くても400回程度の繰り返し加圧すればほとんど上限に達することがわかる。

【0020】次に、表1は、平板状三次元織物に、平均圧力0.6MPaの荷重を繰り返し300回までかけた時の板厚と繊維密度を測定した例を示したものである。

【0021】

【表1】

	試験前	75回後	175回後	250回後	300回後	17hr放置後
板 厚(mm)	5.06	4.77	4.72	4.62	4.62	4.64
	5.16	4.75	4.62	4.62	4.61	4.67
	5.19	4.81	4.63	4.58	4.58	4.62
	5.10	4.83	4.78	4.66	4.67	4.68
	4.99	4.79	4.67	4.65	4.55	4.62
	5.31	4.79	4.62	4.55	4.57	4.61
	5.23	4.79	4.73	4.62	4.58	4.60
	5.32	4.82	4.80	4.62	4.61	4.66
板厚Ave.	5.17	4.79	4.70	4.62	4.60	4.64
繊維密度(%)	55.88	60.27	61.52	62.60	62.83	62.30

【0022】上記の結果からも、板厚は平均値で説明すれば、試験前の5.17mmから繰り返し加圧が300回では4.60と小さくなって圧縮され、その後の17時間放置においても4.64mmとほとんど変化がみられず、又、繊維密度についても、試験前の55.88%から300回の加圧では62.83%と増加を示し、17時間放置後においても62.30%とあまり変化を示していない。従って、繰り返し加圧の回数は300回程度後は、多くても400回程度まで行えば充分であることがわかる。

【0023】図4は繊維構造体の概念図を示し、本発明が適用されて効果を有する構造体を示すものである。

(a)は、平面上での繊維20、21に対して更に、Z軸方向の繊維22を交差させたものであり、繊維20、21を合計で3層積層した三次元織物からなる繊維構造体を示している。

【0024】又、(b)の例では二次元織物の(A)、(B)を二層積層した例であり、繊維20と、これに交差する繊維21とが二次元の平面上で織り上げられた二次元織物(A)と(B)とが積層された繊維構造体を示

している。

【0025】本発明の高密度繊維構造体は、これら  
(a)図に示す三次元繊維物からなる繊維構造体、(b)  
図に示す二次元繊維物からなる繊維構造体のいずれも含む  
ものである。

【0026】

【発明の効果】本発明の高密度繊維構造体の製造方法  
は、(1)繊維を交差させ織り上げた織物を所定の圧力  
で加圧して成形した二次元又は三次元繊維物からなる繊維  
構造体の製造方法において、前記加圧は樹脂の含浸前に

10

所定の周期で複数回繰り返して行うことを特徴としてい  
る。  
【0027】上記の製造方法により、この加圧の繰り返し  
により、加圧後に圧縮された構造体が復元しようとす  
る力が抑えられ繊維構造体を高密度化することができ  
る。このような方法により複合材の内部で繊維の蛇行が  
小さくなり、繊維体積割合が高くなって樹脂だまりが少  
くなり、複合材の層間剪断強度及び疲労強度などの材料  
強度が高まるものである。

【0028】本発明の(2)では、圧力の最大値を0.  
5～1.0MPaに保って繰り返し加圧を行い、又、本発  
明の(3)では、繰り返し回数を100～300回の範  
囲で行うので、上記(1)の発明を試験データに基づい  
て行うことにより上記(1)の発明の効果を確実に得る  
ことができるものである。

【0029】本発明の(4)では、上記(1)～(3)  
のいずれかの方法を実施することにより、高密度繊維構  
造体が製造されるので複合材としての強度を高めた繊維  
構造体が確実に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

\*30

\*【図1】本発明の実施の一形態に係る高密度繊維構造体  
を製造する装置を示し、(a)は断面図、(b)は  
(a)におけるX-X矢視図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る高密度繊維構造体  
を適用した複合材の断面図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係る高密度繊維構造体  
の樹脂を含浸させる前の繰り返し加圧回数と板厚、繊維  
密度との関係を示し、(a)はそのグラフ、(b)は実験  
データを示す。

【図4】本発明の実施の一形態に係る高密度繊維構造体  
の概念図を示し、(a)は三次元繊維物からなる繊維構造  
体、(b)は二次元繊維物からなる繊維構造体の例を、そ  
れぞれ示す。

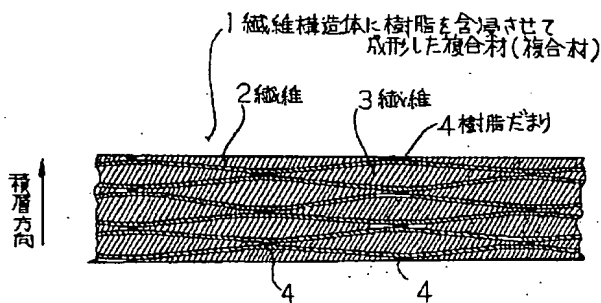
【図5】従来の繊維構造体を適用した複合材の断面図で  
ある。

【図6】従来の繊維構造体の加圧装置の概要を示す断面  
図である。

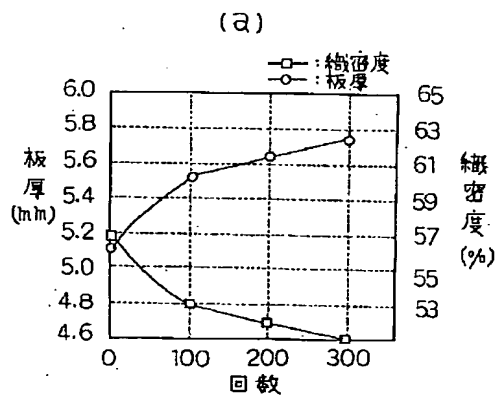
【符号の説明】

- 1, 31 繊維構造体に樹脂を含浸  
させ成形した複合材  
2, 3, 20, 21, 22, 32, 33 繊維  
4, 34 樹脂だまり  
10, 40 型  
11 押板  
12 加圧シリンダ  
13 ロッド  
14 支柱  
15 天井支持材  
41 繊維構造体

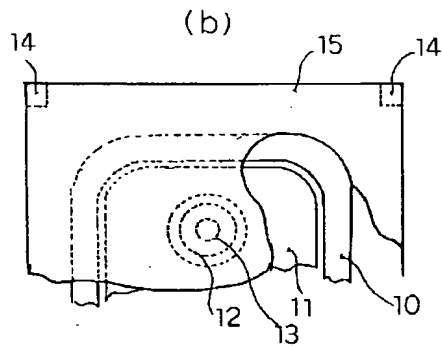
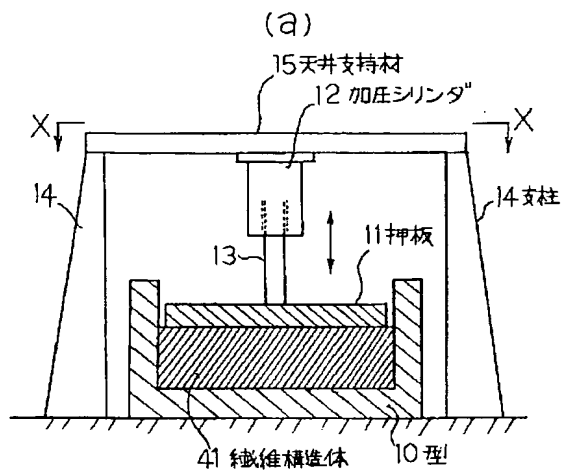
【図2】



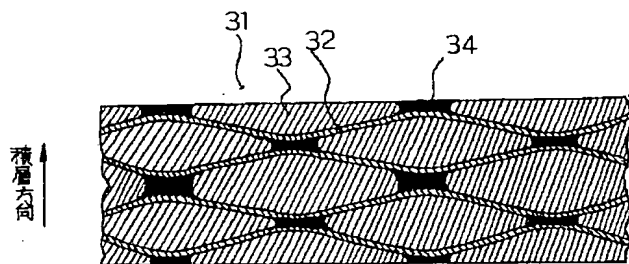
【図3】



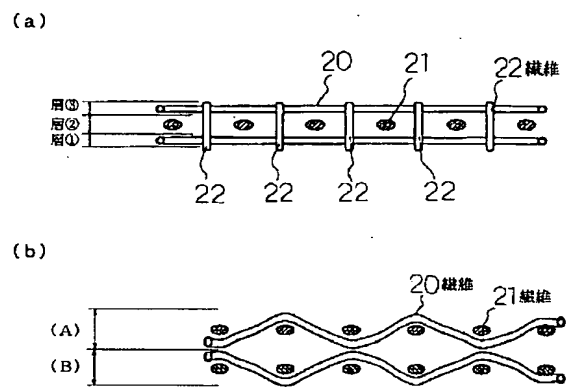
【図1】



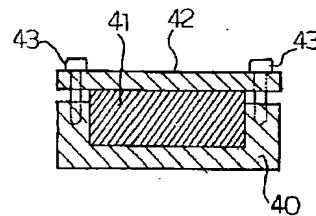
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3B154 AB20 AB27 BA35 BB02 BC28  
 BF02 DA10 DA2G DA30  
 4F072 AA04 AB09 AB10 AC01 AH22  
 4L048 BA09 BA22 CA13 DA41